

PAT-NO: JP405168181A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05168181 A

TITLE: BRUSHLESS MOTOR

PUBN-DATE: July 2, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OTSUKI, NOBORU

TAGO, TOKIO

TAKAHASHI, MASASHI

INOUE, TOMOAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SANKYO SEIKI MFG CO LTD

N/A

APPL-NO: JP03352237

APPL-DATE: December 13, 1991

INT-CL (IPC): H02K001/27, H02K001/27 , H02K029/00

US-CL-CURRENT: 310/156.47, 310/FOR.101

ABSTRACT:

PURPOSE: To facilitate the making and the magnetization of a rotor magnet, and improve the work efficiency, and lessen the distortion of cogging torque or induced voltage, and elevate efficiency.

CONSTITUTION: In a brushless motor, where a rotor magnet 7 is arranged opposite to a stator core 2 having a coil wound 3, it is made in 2:3 structure wherein the number of poles of the ring-shaped rotor magnet 7 is  $2n$  and the number of poles of the stator core 2 is  $3n$ , defining that  $n$  is an integer of 1

and over, and the skew angle  $\theta$  of the magnetic pole of the rotor magnet 7 is  $(76^\circ/n) \times 0.8 \leq \theta \leq (76^\circ/n) \times 1.2$ .

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-168181

(43)公開日 平成5年(1993)7月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 1/27	5 0 1 A	6435-5H		
	5 0 2 A	6435-5H		
29/00	Z	9180-5H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-352237

(22)出願日 平成3年(1991)12月13日

(71)出願人 000002233

株式会社三協精機製作所

長野県諏訪郡下諏訪町5329番地

(72)発明者 大槻 登

長野県駒ヶ根市赤穂14-888番地 株式会  
社三協精機製作所駒ヶ根工場内

(72)発明者 多胡 登喜雄

長野県駒ヶ根市赤穂14-888番地 株式会  
社三協精機製作所駒ヶ根工場内

(72)発明者 高橋 昌志

長野県駒ヶ根市赤穂14-888番地 株式会  
社三協精機製作所駒ヶ根工場内

(74)代理人 弁理士 石橋 佳之夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ブラシレスモータ

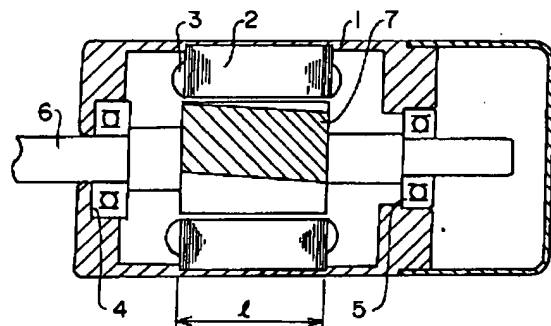
(57)【要約】

【目的】ロータマグネットの作成及び着磁が容易で作業性がよく、また、コギングトルクや誘起電圧の歪が小さく、効率の高いブラシレスモータを提供する。

【構成】コイル3が巻かれたステータコア2に対向してロータマグネット7を配設したブラシレスモータにおいて、 $n$ を1以上の整数としたとき、リング状ロータマグネット7の極数が $2n$ 、ステータコア2の極数が $3n$ である2:3構造にし、ロータマグネット7の磁極のスキュー角 $\theta_2$ を

$(76^\circ / n) \times 0.8 \leq \theta_2 \leq (76^\circ / n) \times 1.2$

とした。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルが巻かれたステータコアに対向してロータマグネットが配設されてなるブラシレスモータにおいて、 $n$ を1以上の整数としたとき、リング状ロータマグネットの極数が $2n$ 、ステータコアの極数が $3n$ である2:3構造であって、ロータマグネットの磁極のスキュー角 $\theta_2$ を

$$(76^\circ/n) \times 0.8 \leq \theta_2 \leq (76^\circ/n) \times 1.$$

2

としたことを特徴とするブラシレスモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コギングトルクを小さくすると共に大きな出力が得られるブラシレスモータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】モータのコギングトルクが大きいと回転が不円滑となるので、コギングトルク低減のための工夫がなされている。マグネットロータの磁極にスキュー（傾き）を設けるのもその一つである。リング状のマグネットロータは、周方向に交互に異極着磁されて適宜数の磁極を有する。磁極と磁極の境界線を中心軸線に対し傾けると、磁極と磁極との境界線の軸方向両端部は軸方向から見えて一致せず、周方向に広がりをもつことになる。この磁極の境界線の中心軸線からの広がり角度 $\theta$ をスキュー角度と定義する。

【0003】マグネットロータの磁極にスキューを設ける従来一般の方法は、予め所定の向きに着磁した複数の磁極片をロータヨークの外周に所定のスキュー角度を設定して貼付する方法である。しかし、この方法によれば、多数の磁極片を用意しておき、これを個々に所定の向きに着磁した上で一つ一つヨークに貼付しなければならないので、組立作業が極めて面倒であると共に、各磁極の貼り付け位置精度が悪く、スキュー角度のばらつきも大きくなるという難点があった。

【0004】そこで、本出願人は、周方向に交互に異極着磁されたリング状のマグネットロータであって、軸方向に区分された複数の着磁部からなり、各着磁部相互が周方向にずらされて、各着磁部の同極部分が階段状に続いていることを特徴とするモータのマグネットロータに関して先に特許出願をした。特願平3-35474号にかかる発明がそれであり、これを図10ないし図12に概略的に示す。図10、図11において、ロータマグネット20は、周方向に交互に異極着磁された複数の磁極を有しているが、軸方向に同じ寸法に区分された二つの着磁部20a、20bからなり、各着磁部20a、20bはそれぞれ周方向に交互に異極着磁されて互いに同数の磁極を同ピッチで有している。各着磁部20a、20bに形成された各磁極には角度 $\theta_2$ のスキュー角がつけられている。また、各着磁部20a、20bは相互に周

2

方向にずらされ、これによって各着磁部20a、20bの同極部分が階段状に続いている。各着磁部20a、20bのずらし方向は、各磁極のスキュー方向に対して逆行する方向であり、これによって各着磁部20a、20bの同極部分が稲妻形の階段状に続いている。

【0005】各磁極のピッチを $\theta_1$ とし、ステータコアのスロットピッチを $\theta_0$ としたとき、

$$\theta_1 = (0.8 \sim 1.05) \theta_0$$

$$\theta_2 = (0.2 \sim 0.6) \theta_1$$

10 となるようにロータマグネット20の各部の寸法条件が設定されている。

【0006】図12は上記マグネットロータの製造方法の例を示す。この例では、同一形状の複数のリング状マグネット22a、22b、22cを用意し、各マグネット22a、22b、22cごとに周方向に所定ピッチで、かつ、一定のスキュー角度を設定して着磁することにより同一パターンの磁極を形成する。次に、各マグネット22a、22b、22c相互を周方向に所定角度ずらして一体に接合し固着する。図12では3個のマグネットが示されているが、図10、図11の例の場合は2個のマグネットを用いる。

【0007】上記出願にかかるマグネットロータによれば、各着磁部相互を周方向へずらすことにより、各着磁部の同極部分を階段状に連続させたため、磁極にスキューを設定したのと実質的に同一のロータを簡単な構成で、かつ、簡単な組立作業で得ることができるし、各着磁部相互の周方向へのずらし量を適宜設定することにより、モータのコギングトルクを小さくしながら大きな出力を得ることができるという利点がある。

30 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記出願にかかるロータマグネットは、各着磁部の同極部分を階段状に連続させる必要があり、このような着磁パターンを着磁ヘッドで直接形成することは困難であり、よって、実際には図12に示すように複数のロータマグネットを個々に着磁した後これらを周方向に多少ずらしながら接着等によって固定するという方法をとることになるであろう。しかし、図12を参照すればわかるように、同一の極性同志が対向して反発しあう複数のマグネットを接着等によって固定する必要があるため、作業性がよくないという難点がある。

【0009】本発明は、かかる従来技術の問題点を解消するためになされたもので、ロータマグネットの作成及び着磁が容易で作業性がよく、また、コギングトルクや誘起電圧の歪が小さく、効率の高いブラシレスモータを提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、ブラシレスモータにおいて、 $n$ を1以上の整数としたとき、リング状ロータマグネットの極数が2

50

n、ステータコアの極数が3nである2:3構造であつて、ロータマグネットの磁極のスキュー角 $\theta_2$ を  
 $(76^\circ/n) \times 0.8 \leq \theta_2 \leq (76^\circ/n) \times 1.2$   
 としたことを特徴とする。

【0011】

【作用】リング状ロータマグネットの極数とステータコアの極数を2:3とした場合、ロータマグネットの磁極のスキュー角 $\theta_2$ を

$$(76^\circ/n) \times 0.8 \leq \theta_2 \leq (76^\circ/n) \times 1.2 \quad 10$$

の範囲に設定することによって、コギングトルク及び誘起電圧の歪率が小さくなり、効率の低下がない。

【0012】

【実施例】以下、図1ないし図9を参照しながら本発明にかかるブラシレスモータの実施例について説明する。図1、図2において、円筒状のモータケース1の内周側にはステータコア2が固定されている。ステータコア2はコア素体が多数枚積層されてなり、外形が円形で、中心方向に向かう複数の(図示の例では6個)突極を有し、各突極にはコイル3が巻かれている。モータケース1の両端中央部にはボールベアリング4、5が取付けられ、ボールベアリング4、5によってスピンドル6が回転自在に支持されている。スピンドル6の外周には上記ステータコア2の内周側においてリング状ロータマグネット7が嵌合固着されている。図3にも示すように、ロータマグネット7は周方向に異極着磁されて適宜数(図示の例では4個)の磁極が形成されている。このように、コイル3が巻かれたステータコア2の内側にロータマグネット7が配設されてインナーロータタイプのブラシレスモータが構成されている。

【0013】上記ロータマグネット7の磁極には、図4、図5に示すように角度 $\theta_2$ のスキュー角が付けられている。前にも述べたとおり、スキュー角 $\theta_2$ は、一つの磁極とこれに隣接する磁極との境界線の軸方向両端部の周方向への広がり角度のことである。従って、スキュー\*

$$(76^\circ/n) \times 0.8 \leq \theta_2 \leq (76^\circ/n) \times 1.2 \cdots (1)$$

となり、スキュー角 $\theta_2$ をこの範囲に設定すればよいことになる。従って、ロータマグネットの磁極数が2、ステータコアの極数が3の場合は、 $n=1$ であるから、スキュー角 $\theta_2$ は $76^\circ \pm 20\%$ に設定することになる。

【0016】図6は本発明に適用可能なロータマグネットの変形例を示すもので、2個のリング状ロータマグネット7a、7bを軸方向に接合したものである。2個のリング状ロータマグネット7a、7bは同一形状で同数の磁極を有しかつ磁極にスキューが付けられている。マグネット7a、7bは同一磁極が連続するように、すなわち同一磁極間に段差が付かないように接合されている。このロータマグネットもその極数とステータコアの極数との比が2:3のインナーロータタイプのブラシレス※50

\*一角 $\theta_2$ を一定とすれば、図1に示すロータマグネット7の軸線方向の長さ1が長い場合には磁極と磁極との境界線の傾斜は小さくなり、上記長さ1が短い場合には上記境界線の傾斜は大きくなる。図4、図5において $\theta_1$ は一つの磁極の周方向への広がり角度を示すもので、ここでは4極構成のため、 $\theta_1=360^\circ/4=90^\circ$ になっている。

【0014】ロータマグネット7のスキュー角度 $\theta_2$ を何度に設定するかによってモータのコギング特性その他の特性に大きく影響してくる。そこで、 $n=4$ として、ロータマグネット7の磁極数を $2n=8$ 、ステータコア2の極数を $3n=12$ とした場合に、スキュー角度 $\theta_2$ を変化させながら、効率、コギングトルク、誘起電圧の歪率のデータをとってその結果を表したものが図7である。図7を参照すれば明かなように、スキュー角度 $\theta_2=17^\circ$ 付近で最もコギングトルクが小さく、スキュー角度 $\theta_2=19^\circ$ 前後で誘起電圧の歪率が最も小さく、効率も比較的良好になっている。そして、スキュー角度 $\theta_2=19^\circ$ を中心としてこれに $\pm 20\%$ 以上のスキュー角度になると効率が低下し、コギングトルク及び誘起電圧の歪率が大きくなっている。また、スキュー角度 $\theta_2=19^\circ$ を中心としてこれに $-20\%$ 以上のスキュー角度になるとコギングトルク及び誘起電圧の歪率が大きくなっている。従って、スキュー角度 $\theta_2=19^\circ \pm 20\%$ に設定する。誘起電圧の歪率とは、正弦波に対する歪率である。誘起電圧が正弦波の場合にコギングトルクが小さくなり、歪率が大きくなるとコギングトルクも大きくなる傾向にある。従って、誘起電圧の歪率はなるべく小さいのが望ましい。

【0015】図7に示す結果は、 $n$ を1以上の整数としたとき、リング状ロータマグネット7の磁極数を $2n$ 、ステータコア2の極数を $3n$ とした2:3構造のブラシレスモータであれば同様に当てはまる。すなわち、スキュー角度 $\theta_2$ を $76^\circ/n$ とした場合に最も良好な特性が得られ、これを中心として $\pm 20\%$ の範囲内であれば比較的良好な特性が得られる。これを式で表せば、

※スモータに用い、マグネット7a、7b全体としてのスキュー角度 $\theta_2$ を上記(1)式の範囲に設定することにより、前述の実施例と同様の作用効果を奏する。

【0017】図6に示す例によれば、2個のロータマグネット7a、7bは同一磁極間に段差が付かないように接合されるため、着磁前の2個のロータマグネット7a、7bを接合した後着磁することが可能であり、特願平3-35474号にかかるロータマグネットのように着磁後の複数のマグネットを反発力に打ち勝ちながら接合しなければならないという困難さを解消することができる。

【0018】以上、インナーロータタイプのブラシレスモータの場合について説明してきたが、本発明はこれに

5

限られたものではなく、アウターロータタイプのブラシレスモータにも適用可能である。そこで次に、本発明をアウターロータタイプのブラシレスモータに適用した実施例について説明する。

【0019】図8において、符号12はステータコアを示しており、このステータコア12は図示されない軸受ホルダーを介してモータ基板に固定されている。ステータコア12は複数の突極（この例では6個）を有し、各突極にはコイル13が巻かれている。従来知られているアウターロータタイプのモータと同様に、上記軸受ホルダーには軸受が嵌められ、この軸受によって回転軸が回転自在に支持され、回転軸にカップ状のロータケース11が嵌合固着されている。ロータケース11の周壁の内面にはリング状のロータマグネット17が取付けられている。ロータマグネット17には、図9に示すように、周方向に異極着磁されて適宜数（図示の例では4個）の磁極が形成されている。ロータマグネット17は、コイル13が巻かれたステータコア12の外周面と間隙において対向配設され、アウターロータタイプのブラシレスモータが構成されている。

【0020】この実施例の場合も、 $n=2$ に設定されると共に、ロータマグネット17の極数が4、ステータコア12の極数が6である2:3構造であり、前述のインナーロータタイプの実施例と同様に、スキュー角 $\theta_2$ を(1)式の範囲として各磁極に設けている。このように、アウターロータタイプのブラシレスモータにおいて、ロータマグネット17のスキュー角 $\theta_2$ を上記(1)式の範囲とすることによって、インナーロータタイプの場合と同様な作用効果を奏する。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、ブラシレスモータにおいて $n$ を1以上の整数としたとき、リング状ロータマグ

6

ネットの極数が $2n$ 、ステータコアの極数が $3n$ である2:3構造とし、ロータマグネットの磁極のスキュー角 $\theta_2$ を $(76^\circ/n) \times 0.8 \leq \theta_2 \leq (76^\circ/n) \times 1.2$ としたことにより、コギングトルクや誘起電圧の歪率を小さくしながら効率を高めることができ、もって、トルクリプルや回転むらが小さく、小型で高出力のブラシレスモータを得ることができる。また、ロータマグネットの着磁パターンが単純なため、ロータマグネットの構成及び組立が容易であるという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるブラシレスモータの実施例を示す側面断面図。

【図2】同上正面断面図。

【図3】同上実施例中のロータマグネットの正面図。

【図4】同上ロータマグネットの斜視図。

【図5】同上ロータマグネットの展開側面図。

【図6】本発明に適用可能なロータマグネットの別の例を示す斜視図。

【図7】上記実施例にかかるブラシレスモータの各種特性を示す線図。

【図8】本発明にかかるブラシレスモータの別の実施例を示す側面断面図。

【図9】同上実施例中のロータマグネットの斜視図。

【図10】本出願前に提案したロータマグネットの例を示す斜視図。

【図11】同上ロータマグネットの展開側面図。

【図12】本出願前に提案したロータマグネットの別の例を示す斜視図。

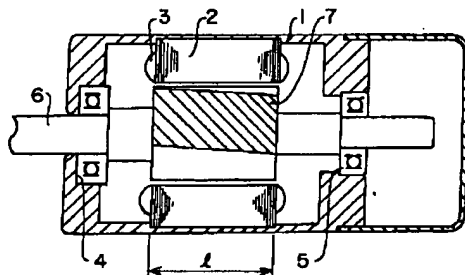
【符号の説明】

2 ステータコア

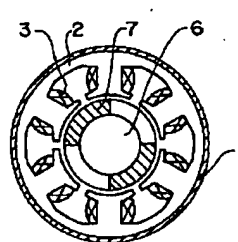
3 コイル

7 ロータマグネット

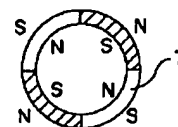
【図1】



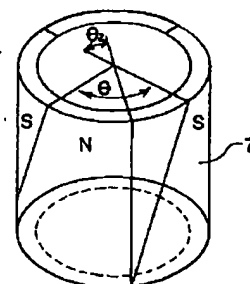
【図2】



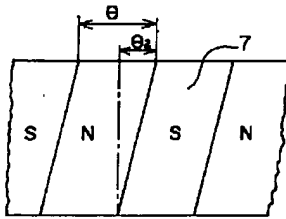
【図3】



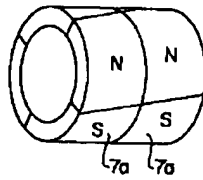
【図4】



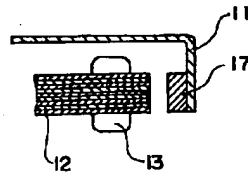
【図5】



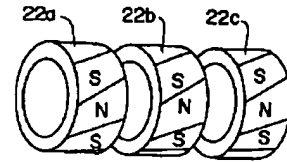
【図6】



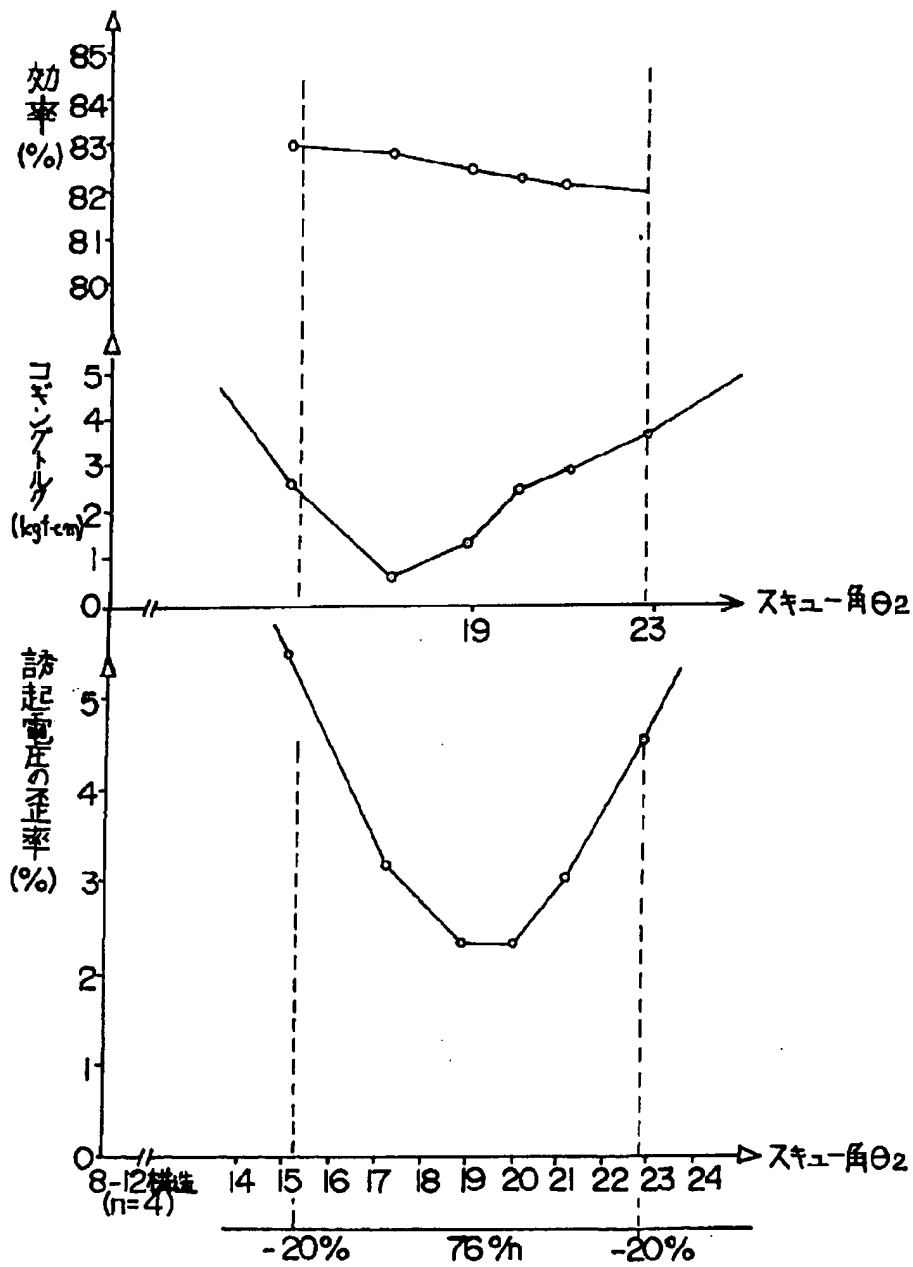
【図8】



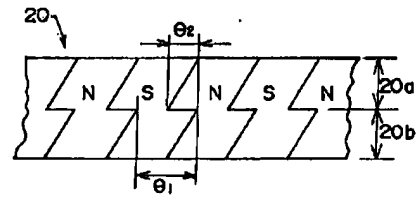
【図12】



【図7】



【図 1 1】



(72)発明者 井上 友明  
長野県駒ヶ根市赤穂14-888番地 株式会  
社三協精機製作所駒ヶ根工場内